

アユの採餌環境を対象とした 河床環境数値予測モジュールの開発

溝口 裕太¹・宇佐美 将平²・八木澤 順治³・小野田 幸生⁴
・田代 喬⁵・宮川 幸雄⁶・中村 圭吾⁷

¹正会員 土木研究所 水環境研究グループ河川生態チーム (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)
E-mail: mizoguchi-y577bt@pwri.go.jp (Corresponding Author)

²学生会員 筑波大学 大学院理工情報生命学術院システム情報工学研究群
(研究当時: 埼玉大学 工学部建設工学科)

³正会員 埼玉大学准教授 大学院理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255)

⁴非会員 応用地質株式会社 応用生態工学研究所 (〒963-7722 福島県田村郡三春町西方石畑 275)
(研究当時: 土木研究所 水環境研究グループ自然共生研究センター)

⁵正会員 名古屋大学特任教授 減災連携研究センター (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

⁶正会員 土木研究所 水環境研究グループ自然共生研究センター
(〒501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町官有地無番地)

⁷正会員 土木研究所 水環境研究グループ河川生態チーム (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

アユの採餌環境を対象に、その空間分布の支配要因である砂被度の記述を目的とした、河床環境数値予測モジュールの開発を試みた。二峰性を有する対象地の河床材料の特徴にしたがい、河床礫の表面や空隙に堆積する砂(間隙材料)の浮遊状態での移動を、数値解析におけるモデル化の対象とした。UAV 空撮写真から求めた砂被度を用いて、当該モジュールの再現性を検証した結果、間隙材料の空間的な特徴を大局的に記述できるが、間隙材料の堆積を過大もしくは、過少に見積もる傾向を確認した。また、間隙材料の堆積は、流量減速期に水際部から生じ、その終盤には、堆積が流心付近に及ぶ場合があることを数値解析による砂被度の時系列変化から明らかにした。

Key Words: fish habitat, riverbed restoration, sand cover rate, bimodal sediment distributions

1. 序論

ダムは、山地域で生産された土砂をせき止めるため、その下流では、上流からの土砂の供給不足を一因とした河床材料の粗粒化や、さらには、河床の変質が生物相に変化をもたらす場合がある¹⁾。昨今の総合土砂管理を契機として、環境再生の機運は高まっているものの、その実現には、土砂供給による河床環境の変化と、生物応答的確な予測が不可欠である。前報^{2,3)}では、その第一歩として、なわばりアユの採餌環境を対象に、河床の状態がアユの空間分布を支配する重要な物理的要因であること、その指標として砂被度(河床面を覆う砂の割合)が有用であることを明らかにした。これに加えて、類似研究⁴⁾では、露出高(河床面から露出する石礫の高さ)に対するアユの選好性の違いを報告している。これらは、

水工分野が一般に対象とする河川地形の変化(河床変動)だけでなく、その骨格である礫の表面や空隙に堆積する細かな粒径集団の動態を捉えることが、河床環境の記述に不可欠であることを示唆している。そのような移動性の高い粒径集団の巻上げ、堆積を含む輸送機構は、古くから実験的なアプローチ^{5,6,7,8)}により、現象の理解が進められてきた。その一方で、野外を対象とした数値解析モデルの開発^{9,10,11)}は、河床環境の予測技術への発展が期待されるものの、十分に進んでいるとは言い難い。

そこで本研究では、ダム下流河川での土砂還元事業を想定し、流れ場や、餌資源などアユの採餌環境を説明する構成因子の1つである河床環境を対象に、土砂供給に対する応答を予測するための河床環境数値予測モジュールの開発を目的とした。これは、環境配慮や環境復元の観点から求められる土砂の供給量などを検討する場面で

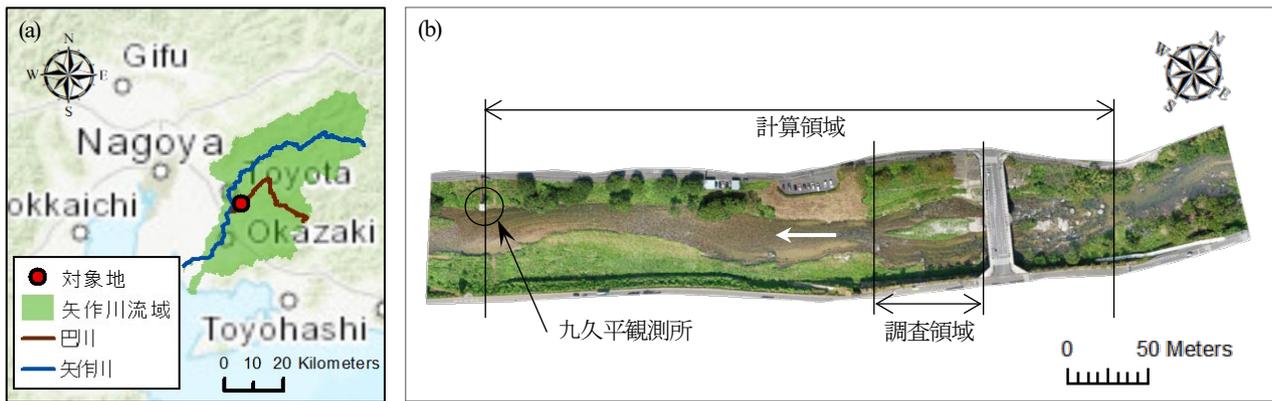


図-1 (a)対象地と(b)計算領域および調査領域(砂被度とアユ定位場所)の拡大図³⁾

の活用が期待できる。また、当該モジュールでは、河床環境を捉える様々な尺度のうち、河床面を覆う砂の割合を意味する砂被度を対象としたことが大きな特徴である。この砂被度は、アユの空間分布を支配する重要な因子²³⁾であることに加え、これまで水工分野で開発された土砂水理モデルの組み合わせによる記述が可能であり、さらには、再現性検証に必要な現地データを UAV を用いて容易に収集できるという利点がある。本稿では、河床環境数値予測モジュールの構築および、現地への適用と、現地データを用いた再現性の検証について論じる。

2. 現地調査

愛知県豊田市を流れる矢作川水系巴川を対象²³⁾とした(図-1(a))。この流域は、山地域の大部分が真砂を生産する風化花崗岩に覆われているため、全国的にみても、出水時の土砂濃度は高い傾向にある¹²⁾。調査領域は、矢作川との合流点から約5km 上流に設定し、流程距離約70m, 川幅約50m(中州を含む)である(図-1(b))。その調査領域において、2019年9月7-8日にアユの分布調査、9月19日に空撮(UAV; DJI 社製 Mavic2 Pro)と河床材料調査を実施²⁾した。藤田¹³⁾の河床材料の分類にしたがうと、対象河川は、河床の骨格となる礫(以下、骨格材料)とその表面や空隙に堆積する砂(以下、間隙材料)の2つの粒径集団として捉えることができる。ガラス質の鉱物を多く含み、藻類が繁茂しにくいと考えられる間隙材料は、骨格材料と比べて明るい色調を持つ。画像解析の詳細は、前報²³⁾に譲るが、その特徴を用いて UAV 空撮写真の色情報(RGB)から格子ごとの砂被度(0.0-1.0)を求め、モジュールの再現性を確認する検証データとした。

3. 数値解析

(1) 概要

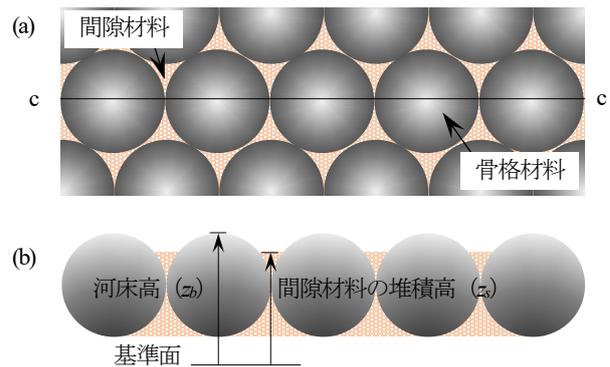


図-2 想定する河床環境の(a)平面図と(b)断面図(c-c断面)

なわばりアユの採餌環境(礫床河川の瀬)における流れと、土砂動態を記述することが、当該モジュールに求められる性能である。ここでは、既往研究^{29,10)}と同様に、平面2次元土砂水理解析を実行し、また、比較的小さい相対水深(水深/河床材料粒径)を対象にするため、後述する原田ら¹⁴⁾に準じた粗度係数の取り扱いを導入した。河床材料は、前章のように骨格、間隙材料の2粒径集団と捉え、それぞれを単一粒径とみなした(図-2)。超過確率1/2程度の出水(8月15日開始)を経験しても目立った河床変動がないことを、予備調査(6月10日)を含む一連の現地調査から確認したため、骨格材料の移動は無視した。間隙材料は、計算の簡単化のために既往研究^{9,10)}に倣い、浮遊状態での移動のみを対象とした。

(2) 流れの基礎式

はじめに、流れの基礎式を示す。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial uh}{\partial x} + \frac{\partial vh}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial (uh)}{\partial t} + \frac{\partial (u^2h)}{\partial x} + \frac{\partial (uvh)}{\partial y} = -gh \frac{\partial z_b}{\partial x} - gh \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_w} + \frac{\partial (-u'^2h)}{\partial x} + \frac{\partial (-u'v'h)}{\partial y} \quad (2)$$

$$\frac{\partial (vh)}{\partial t} + \frac{\partial (uvh)}{\partial x} + \frac{\partial (v^2h)}{\partial y} = -gh \frac{\partial z_b}{\partial y} - gh \frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_w} + \frac{\partial (-u'v'h)}{\partial x} + \frac{\partial (-v'^2h)}{\partial y} \quad (3)$$

ここに, u, v : 水深平均流速, h : 水深, g : 重力加速度, ρ_w : 水の密度, z_b : 河床高, $-\overline{u'^2}, -\overline{u'v'}, -\overline{v'^2}$: Reynolds 応力, τ_{bx}, τ_{by} : 底面せん断応力であり, Manning 抵抗則を用いて次式のようにあらわす.

$$\tau_{bx} = \frac{\rho_w g n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}}, \quad \tau_{by} = \frac{\rho_w g n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (4)$$

ここに, n : Manning の粗度係数である. 本研究では, 幅広い相対水深 (水深 / 河床材料粒径) を有する礫床河川の瀬 (採餌環境) が対象であるため, 原田ら¹⁴⁾にしたがって式(5)を用いる. また, 流水抵抗則 (式(6)) は幅広い相対水深への適用性が高い Hey 式とする^{15,16)}.

$$n = \frac{h^{1/6}}{u_* \sqrt{g}} \quad (5)$$

$$\frac{u}{u_*} = 6.25 + 5.75 \log \frac{h}{3.5 D_{84}} \quad (6)$$

ここに, D_{84} : 河床材料の84%粒径である.

(3) 河床環境 (河床変動) の基礎式

河床環境数値予測モジュールは, 間隙材料の浮遊状態での移動のみを対象とし, 移流・拡散輸送方程式と, 土砂の連続式から構成される. まず, 移流・拡散輸送方程式は次式となる.

$$\frac{\partial \bar{C}h}{\partial t} + \frac{\partial \bar{C}uh}{\partial x} + \frac{\partial \bar{C}vh}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial \bar{C}h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial \bar{C}h}{\partial y} \right) + [q_{su} - w_f C_b] \quad (7)$$

ここに, \bar{C} : 水深平均浮遊砂濃度, K_x, K_y : 拡散係数, w_f : 沈降速度, C_b : 河床近傍の浮遊砂濃度, q_{su} : 河床からの浮上量であり, 河床の骨格材料による遮蔽効果を考慮した次式⁹⁾より求める.

$$q_{su} = \frac{2}{3} \rho_w \sqrt{g d_s} K p_f \sqrt{\frac{6}{\pi} (s+1)} \int_{\eta_0}^{\infty} \frac{u_* e}{\sqrt{g d_s}} \sqrt{ck^2 \eta - \frac{\pi}{8} C_{D0} \xi_0^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \eta^2\right) d\eta \quad (8)$$

ここに, $\eta_0 = (\pi/8) C_{D0} \xi_0^2 / (ck^2)$, $\xi_0 = w_f / u_*$, $C_{D0} = 2 + 24 / (w_f d_s / v)$, K : 実験定数, c : 揚圧力係数, k : 遮蔽係数, v : 動粘性係数, d_s, p_f, s : 間隙材料の代表粒径, 河床表面における混合割合, 水中比重, u_* : 有効摩擦速度であり, 次式^{11,17)}より求める.

$$\frac{u}{u_*} = 6.0 + 5.75 \log_{10} \frac{h}{d_m (1 + 2\tau_{*m})} \quad (9)$$

ここに, d_m : 骨格材料の平均粒径, τ_{*m} : d_m に対する無次元掃流力である. 他方, 土砂の連続式は次式⁹⁾となる.

$$\begin{cases} \frac{\partial z_s}{\partial t} + \frac{1}{\lambda_b (1 - \lambda_s)} [q_{su} - w_f C_b] = 0 & (z_s \leq z_b) \\ \frac{\partial z_s}{\partial t} + \frac{1}{(1 - \lambda_s)} [q_{su} - w_f C_b] = 0 & (z_s > z_b) \end{cases} \quad (10)$$

ここに, z_s : 間隙材料の堆積高, λ_b, λ_s : 骨格材料と間隙材料の間隙率である. また, 砂被度は, 河床鉛直方向の骨格材料の空隙変化 (間隙材料の堆積空間) を幾何学的に求

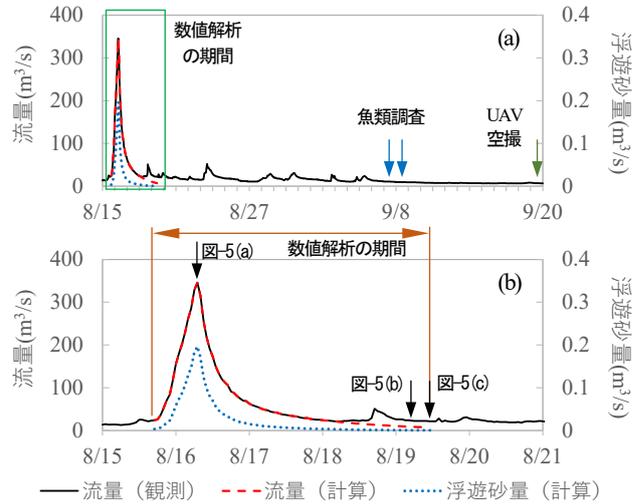


図-3 (a)調査期間および(b)解析期間における流量と浮遊砂量の時系列

めることで, 間隙材料の堆積高から換算した. ここでは, 骨格材料の直径を深さとする河床を想定し, それが最密充填されている状況を仮定した (図-2).

(4) 入力条件

a) 初期条件

河川地形は, UAV 空撮写真から計算領域 (図-1(b)) を対象に DEM (水部での水面屈折を考慮) を作成し, 生成した1m四方の計算格子とした²⁾. 河床材料は, 現地調査²⁾に基づき, 骨格材料の d_{90} である130.7mm, 間隙材料の d_{50} である1.2mmを, それぞれの粒径とした. 間隙材料の初期堆積高は, $z_s = z_b$ (骨格材料の空隙が間隙材料で満たされている状態) を仮定した. なお, この初期条件が計算結果に与える影響を無視できることは, 堆積高を0~150mm ($-130\text{mm} \leq z_s - z_b \leq 20\text{mm}$) の範囲で変化させた複数回の検討から確認している.

b) 境界条件

水位は, 計算領域の下流端にある水位流量観測所 (九久平観測所) のデータを参照した¹⁸⁾. 調査期間の流量は公開されていないため, 同観測所の2017年のデータから H-Q 曲線を作成し, 流量の入力値を求めた. 当該モジュールを用いて, UAV 空撮を実施した9月19日の平水時における砂被度を再現するために, 間隙材料の移動が卓越したと考えられる調査直前の出水 (8月15日開始, 超過確率1/2程度であり, 年最大水位を観測) を対象とした. 出水ピーク (8/16) から UAV 空撮まで, 小さな出水を挟んで34日程度と長期にわたり, 全期間での数値解析は現実的でない. そこで, 出水ピーク以降の降雨を無視し, ピークから平水位まで単調に遞減した場合の波形を図-3のように仮定し, それを対象波形とした. また, 上流端からの浮遊砂量 (間隙材料) は, 矢作川での流量と浮遊砂量との関係¹²⁾に基づき, 図-3のように与えた.

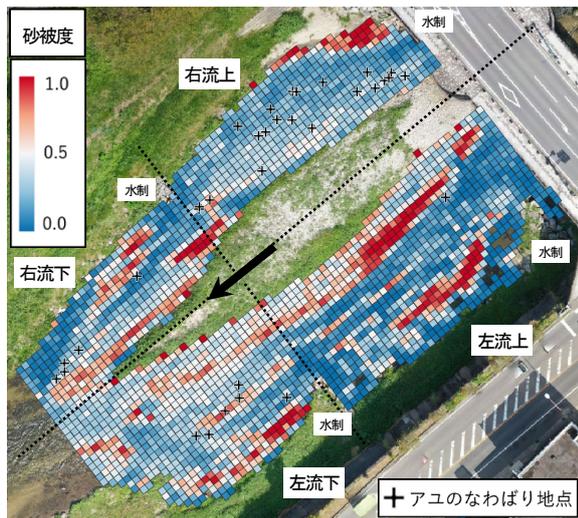


図-4 UAV空撮写真から求めた砂被度およびアユのなわばり地点

4. 結果と考察

(1) 現地調査に基づく平水時の砂被度

UAV空撮写真から求めた平水時の砂被度と前報²⁾で報告したアユのなわばり地点を図-4に示す。ここから、河床が砂分(間隙材料)で被覆されている砂被度が1の領域は、左右岸にそれぞれ2つある水制の背後や、左岸流路上流(以下、左流上)と右岸流路下流(以下、右流下)の中州に沿った領域(抽水状態の巨石の背後など)である。この他、水制の背後などに比べると顕著な堆積ではないが、例えば、左岸流路の流心付近には、周辺と比べて砂被度の高い領域が、線のように流下方向に伸びている。これは、巨石背後の後流域に堆積している砂分を捉えたものである。このような、砂分による顕著な河床の被覆が、調査領域では物体背後の後流域に多くみられた。

(2) 数値解析に基づく流量逓減期の砂被度の変化

当該モジュールから求めた砂被度について、流量逓減期の時系列変化を図-5に示す。ここでは、平水時に水部となる領域を図示しているが、流量ピーク時(8/16 7:00)には、流心付近をはじめ、調査領域の広い範囲で砂被度は0付近の値を取った(図-5(a))。その一方で、左岸にある2つの水制背後では、間隙材料が0.2m以上の厚さで堆積することで砂被度が高まる結果となった。その後、流量の逓減(8/19 5:00)にともない河床からの巻上げ量は減少するため、間隙材料は堆積しやすくなり、平水時の砂被度の分布に近づいていく(図-5(b))。このような砂被度の時系列変化は、主に水際部で生じている。また、左流上と右流下では、流心付近での間隙材料の堆積がみられ、本研究で設定した入力条件の下では、それらは流量逓減期の終盤に起こった。図-5(c)に、平水時に

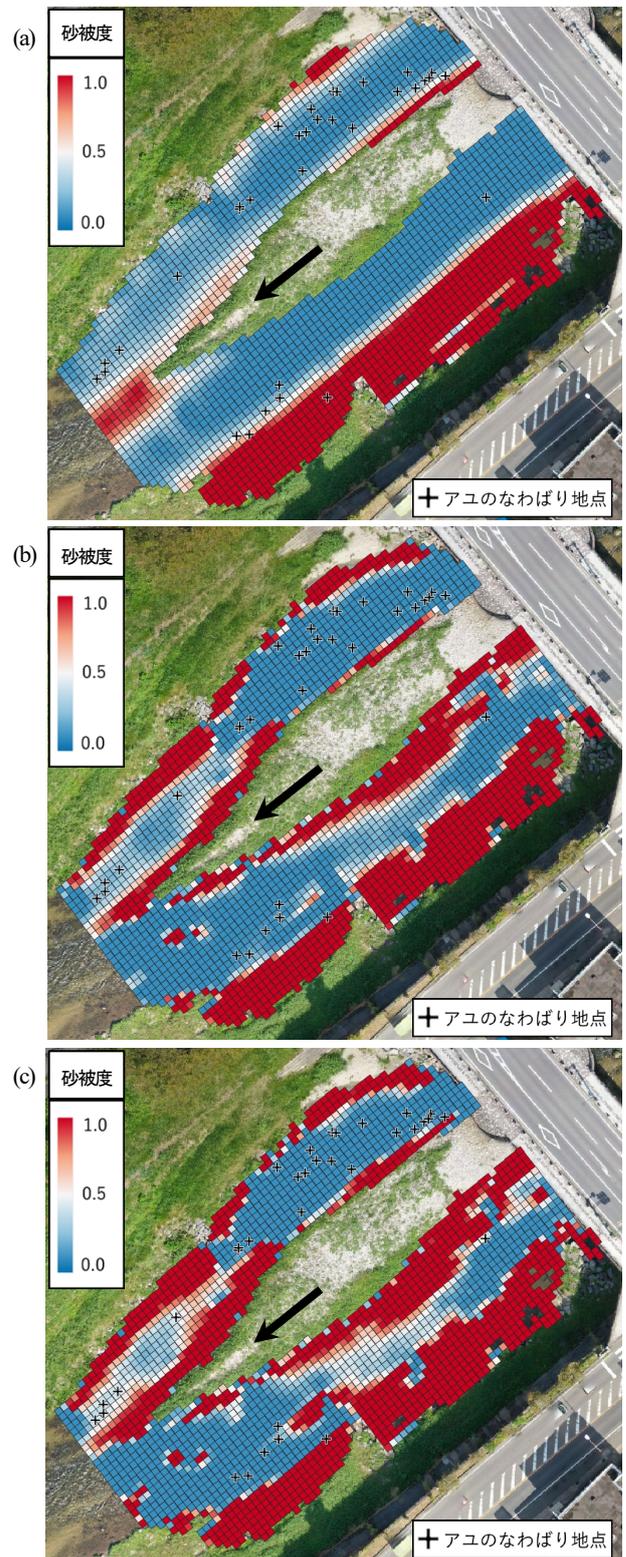


図-5 モジュールによる(a)流量ピーク時、(b)流量逓減時および(c)平水流量における砂被度の時系列

における砂被度の空間分布を示す。空撮写真との比較による当該モジュールの検証は次節に譲るが、水際部、左流上、右流下における間隙材料の堆積など、空間的な特徴を数値解析によって一定程度再現できることを確認した一方、堆積を過大もしくは過少に見積もる傾向を認めた。

(3) 河床環境数値予測モジュールの再現性

河床環境数値予測モジュールの再現性を検証するために、数値解析と、UAV 空撮写真から求めた砂被度を比較する。図-6には、それぞれの格子について、両者の差し引きから算定される砂被度の差を示す。なお、ここで負値は、計算結果が過小であることを意味する。左右岸と中州に沿った水際部および、左流上と右流下では砂被度を過大に、左流路下流と右流路上流では過少に見積もる傾向がうかがえるものの、なわばりアユの定置場所が多く分布する流心付近の予測精度は比較的高く、±0.2程度の値を取った。また、巨石背後の後流域にみられた砂分の堆積は、一部を除き、計算結果からは確認することができなかった。これは、計算格子に対して比較的小さな巨石の影響が計算用の河川地形（DEM）に反映されていないなど、巨石周辺の流れ場の再現性に依存する結果だと考えられる。

砂被度に関する頻度分布は図-7となった。アユは、砂被度が0.15-0.50の河床を選択的に利用³⁾するため、この範囲とそれ以外に大別できることが、少なくとも、アユの採餌環境を予測する場合に、求められるモジュールの精度だと捉えることができる。しかしながら、広く分布する空撮写真の砂被度と比べ、計算結果は0.10以下や0.90を超える砂被度が大部分を占め、それぞれ約29%、約41%となった。このことから、当該モジュールは間隙材料の空間的な偏在を際立たせる特徴があると考えられる。その理由は、モジュールの構築にあたっての以下3つの取り扱いにあると考えられる。(a)間隙材料の移動は浮遊状態のみとし、掃流状態での運動を扱っていない、(b)骨格材料の遮蔽係数が球体を対象としたものであり、扁平な自然石と比べて過小である可能性、また、(c)対象地の河床材料は二峰性の粒度分布を持つとは言え、骨格、間隙材料ともに単一粒径とした取り扱いである。

次に、これらの考慮による数値解析の精緻化の可能性について考察する。まず、上記(a)で課題とした掃流状態での間隙材料の移動を考慮する利点と、河床環境予測モジュールに導入する際の課題を整理する。掃流状態での間隙材料の移動を考慮することは、間隙材料の空間分布の偏在を緩和し、とりわけ、砂被度が極端に高い領域を減らす効果が期待できる。浮遊状態での材料移動だけを対象とする当該モジュールでは、出水波形の中ほど(8/16 14:00, 平水流量まで残り45h)から、間隙材料が輸送される領域と、そうでない領域がモザイク状に混在するため、その境界部に間隙材料が集中して堆積するなど、間隙材料の空間分布の偏在が顕著になる。他方、掃流状態での材料移動を考慮することは、そのタイミングを、出水の終盤(8/19 10:00, 平水流量まで残り15h)まで引き延ばすことができ、間隙材料の偏在が緩和されると考えられる。砂被度1の領域であれば、間隙材料の移

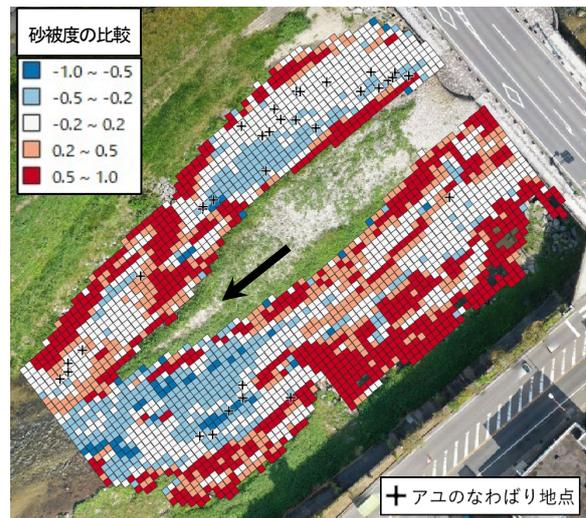


図-6 UAV 空撮写真から求めた砂被度に基づくモジュールの再現性の検証

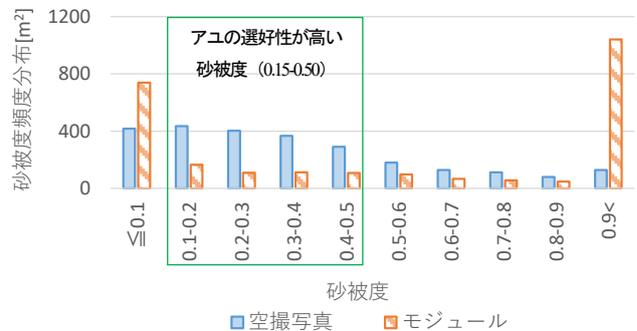


図-7 UAV 空撮写真とモジュールから求めた砂被度に関する頻度分布

動を一樣粒径・平坦河床の流砂現象として取り扱うことはできるが、骨格材料の空隙に堆積するものは、間隙材料のピックアップ、移動、停止のプロセスに及ぼす骨格材料の影響⁷⁾を考慮する必要がある。その他、(b)、(c)は、骨格材料の空隙への間隙材料の堆積を促し、とりわけ、砂被度が極端に低い領域を減らす効果が期待できる。間隙材料の巻上げを支配する一因である遮蔽係数は、球体よりも、扁平な自然石の方が大きいと考えられ、自然石の空隙への堆積高の方が、その短径に対して10%ほど大きくなるケースが確認⁹⁾されている。また、混合粒径にすることは、実情に即した河床材料の取り扱いにつながるが、ここで期待するのは、間隙材料に対する遮蔽効果の増加である。本研究では、130.7mmの骨格材料と1.2mmの間隙材料を対象にモジュールを構築したが、現地調査では骨格材料の空隙に10-30mmほどの粒径成分がみられた。この骨格、間隙材料の間に位置する成分は、間隙材料の遮蔽効果を高める働きがある⁸⁾。このように、(a)から(c)をモデル化し、数値解析に考慮することは河床環境数値予測モジュールの精度向上に貢献すると期待できる。

5. 結論

本研究では、採餌環境におけるアユの空間分布を支配する砂被度を記述することを目的に、河床環境数値予測モジュールの開発を試みた。ここでは、対象地での河床材料の特徴に基づき、その骨格となる礫（骨格材料）の表面および空隙に堆積する砂（間隙材料）の浮遊状態での移動を数値解析の対象とした。また、UAV 空撮写真から求めた砂被度を検証材料として、当該モジュールの再現性を確認した。以下に、本研究で得られた主な知見をまとめる。

- 1) 数値解析による砂被度の時系列変化から、間隙材料の堆積は、流量逓減期に水際部から生じ、その終盤には、堆積が流心付近に及ぶことがあった。
- 2) 河床環境数値予測モジュールは、間隙材料の空間的な特徴を大局的に記述できたが、間隙材料の堆積を過大もしくは、過少に見積もる場合があった。

謝辞：本研究の一部は、令和3年度河川基金助成事業（2021-5211-005）の支援を受けて実施された。ここに記して御礼申し上げる。

参考文献

- 1) 辻本哲郎: ダムが河川の物理的環境に与える影響, 応用生態工学, 2, pp.103-112, 1999.
- 2) 宇佐美将平ら: 対照的な河床環境を有する流路におけるアユの生息地適性評価モデルの構築とそれに基づく予測精度の比較による河床環境の重要性の検討, 河川技術論文集, 26, pp.361-366, 2020.
- 3) 溝口裕太ら: UAVによる低水路河床の砂被度把握とそれを用いたアユの生息地適性評価モデルの精緻化, 河川技術論文集, 27, pp.305-310, 2021.
- 4) 自然共生研究センター: ダム下流に土砂を流すー健全な河床を目指して, ARRC NEWS, 14, pp.2-4, 2017.
- 5) 芦田和男・藤田正治: 平衡および非平衡浮遊砂量算定の確率モデル, 土木学会論文集, 375, pp.107-116, 1986.
- 6) 藤田光一ら: 大礫床表面における砂の堆積状況と浮遊砂量との関係についての実験的研究, 水工学論文集, 52, pp.547-552, 2008.
- 7) 原田守啓ら: 2粒径条件下の掃流砂輸送に関する実験的研究, 土木学会論文集B1, 74, pp.I_1063-I_1068, 2018.
- 8) 平松裕基ら: 大礫群の空隙に露出する大粒径の砂礫がさらに小さな砂の移動に及ぼす遮蔽効果, 土木学会論文集B1, 75, pp.I_907-I_912, 2019.
- 9) 溝口裕太ら: 摂食型および生息型に着目した河川底生動物動態モデルの開発, 土木学会論文集G, 71, pp.II_171-II_181, 2015.
- 10) 溝口裕太・戸田祐嗣: 河床構造に基づく物理生息場の評価と河川底生動物モデルの構築, 土木学会論文集B1, 72, pp.I_1009-I_1014, 2016.
- 11) 岩見収二・藤田正治: 露出礫の遮蔽効果と空隙率変化を考慮した河床変動モデルの現地土砂給砂実験への適用, 土木学会論文集B1, 76, pp.I_1147-I_1152, 2020.
- 12) 河川局治水課・土木研究所河川研究室: 河床変動に関する研究, 第23回建設省技術研究会報告, pp.455-487, 1969.
- 13) 藤田光一: 流砂系における土砂動態のとらえ方と広域土砂動態制御への展望, 水工学に関する夏期研修会講義集, 36B, pp.B.4.1-B.4.15, 2000.
- 14) 原田守啓ら: 流水抵抗と空隙率の評価方法が石礫床河川の平面2次元河床変動計算に与える影響, 土木学会論文集B1, 75, pp.I_997-I_1002, 2019.
- 15) Rickenmann, D. & Recking, A.: Evaluation of flow resistance in gravel-bed rivers through a large field data set, Water Resour. Res., 47, W07538, 2011.
- 16) Hey, R. D.: Flow Resistance in Gravel-Bed Rivers, J. Hydraul. Div., 105, pp.365-379, 1979.
- 17) 芦田和男・道上正規: 移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, 206, pp.59-69, 1972.
- 18) 国土交通省: 水文水質データベース, <http://www1.river.go.jp/>, 2019年8月2日.

(Received June 30, 2021)
(Accepted September 3, 2021)

DEVELOPMENT OF A RIVERBED VARIATION MODULE TO PREDICT SAND COVER RATE FOR THE FORAGING HABITAT OF AYU FISH

Yuta MIZOGUCHI, Shohei USAMI, Junji YAGISAWA, Yukio ONODA,
Takashi TASHIRO, Yukio MIYAGAWA and Keigo NAKAMURA

Sand cover rate (SCR) is an important factor to explain the foraging habitats of ayu (*Plecoglossus altivelis*). Hence, a module of riverbed variation in a gravel-bed river with bimodal sediments was developed. The module calculated SCR, and the changes in SCR were defined as being driven by sand transport in the form of a suspended load that is deposited on stones (e.g., cobbles or pebbles) and in the interstices of stones. The prediction accuracy was examined by comparing the calculated SCR with the SCR measured in the field. The results showed that the spatial pattern of sand deposition/erosion predicted by the module was almost close to the measured one, though the predicted SCR tended to be higher/lower than the measured value. Chronological changes in the SCR calculated by the module suggested that sand deposits started forming along shorelines after the peak of a flood and then expanded toward the centers of the flow in channels in the end stage.